

B01D 24/10,  
C02F 1/28,  
C02F 1/32,  
C02F 1/72,  
C02F 1/74,  
C01F 1/78.

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДИ**

Винахід відноситься до підготовки і кондиціонування питної води і може застосовуватися для індивідуального використання, а також в малих системах водопостачання.

Відомі різноманітні пристрої для підготовки і кондиціонування води. Наприклад, побутовий фільтр для очистки води містить циліндричний корпус з днищем і кришкою, патрубки для підводу та відводу води, центральну дренажну трубу, коаксиально розташовані в корпусі відносно центральної труби фільтруючі елементи для механічної і адсорбційної очистки води, загерметизовані по торцях елементи, що складаються з трекової мембрани з розмірами пор 0,2 мкм, для стерилізації води *III*.

Однак, відомий фільтр важко використати без наявності водопроводу, бо для очистки води вимагається надлишковий тиск. Крім того, цей фільтр не може застосовуватися для вилучення з води ряду домішок, наприклад фтору, а елементи, що забезпечують адсорбційну очистку води обмежені ресурсом не більш 500 л, після чого підлягають заміні.

Найбільш близькими до запропонованого пристрою є пристрій для обробки води *121* та озонаторна установка *3/*.

Пристрій */2/* містить корпус, що являє собою блок обробки повітря ультрафіолетом з одержанням на виході цього блоку озono-

повітряної суміші, фільтр з дренажними решітками і завантаженням гранульованого активованого вугілля (ГАВ), з'єднувальними трубами, арматурою і патрубками підводу води, озono-повітряної суміші та відводу води і відпрацьованої озono-повітряної суміші. В блоці *обробки* повітря встановлена бактеріцидна ультрафіолетова лампа в чохлі з кварцевого скла. У верхній частині чохол сполучається з атмосферою. В нижній частині чохол має патрубок для відводу озono-повітряної суміші і цей патрубок є вихідним в блоці обробки повітря.

В нижній частині фільтру передбачений струменевий насос, що складається з камери змішування та дифузора, відкритого з верхнього торця і розташованого по осі фільтру. При цьому патрубок виходу води з фільтру розміщений в його нижній частині під зернистим матеріалом ГАВ і з'єднаний з блоком обробки повітря в просторі між кварцевим чохлом і стінкою корпусу блоку. Вхідний патрубок змішувальної камери струменевого насосу з'єднаний з трубою подачі під тиском очищеної води з водопроводу. Крім того, змішувальна камера струменевого насосу через зворотний клапан з'єднана з патрубком виходу озono-повітряної суміші з блоку обробки повітря.

Пристрій працює наступним чином. При включеній ультрафіолетовій лампі вода, що обробляється, подається у вхідний патрубок змішувальної камери струйного насосу, де за рахунок ежекції змішується з озono-повітряною сумішшю, що утворюється в кварцевому чохлі ультрафіолетової лампи з поступаючого на обробку повітря.

Струмінь води, барботуємої бульбашками озono-повітряної суміші, рухаючись по дифузору, надходить у верхню частину фільтру. При цьому відбуваються процеси окислювання токсичних домішок води, насичування води киснем і її знезараження. При переливі потоку через верхній відкритий торець дифузора відбувається відділення вжитої озono-повітряної суміші від води. Використана озono-повітряна суміш через верх фільтру видаляється в атмосферу. Вода після контакту з озono-повітряною сумішшю і переливу з торця дифузора самоплином минає через шар зернистого матеріалу ГАВ у фільтрі в напрямленні згори-вниз. При цьому з води видаляються зважені та розчинені домішки внаслідок їхньої адсорбції зернистим матеріалом ГАВ. Після фільтру очищена вода по трубі надходить в модуль обробки повітря, в простір між кварцевим чохлом ультрафіолетової лампи і стінкою корпусу блоку обробки повітря. Тут під впливом ультрафіолета вода додатково знезаражується і з патрубка верхньої частини блоку обробки

самоплином надходить споживачу. Водночас з додатковим знезараженням води ультрафіолетом відбувається обробка ультрафіолетом всмоктуваного з атмосфери повітря в зазори між власне ультрафіолетовою лампою і її кварцевим чохлам, в результаті чого утворюється озono-повітряна суміш. Основним недоліком пристрою /2/ є недостатня ефективність. Зокрема, цей пристрій не може використовуватися при малому тиску подачі води і в місці, де буде відсутнє централізоване водопостачання. Не бажане використання пристрою для освітлення і обеззалізнєння, обезфторєння, пом'якшення і знесолєння води на іонообмінних матеріалах. В цих процесах застосовується промивання шару фільтруючого зернистого матеріалу водою в напрямку протилежному напрямку фільтрування води, що очищується, а також промивка (реєенерація) зернистого матеріалу хімічними реаєентами, наприклад, розчинами каустичної або кальцієованої соди, харчової солі, соляної кислоти. Однак у відомому пристрої/2/ відсутні елементи конструкції, що забезпечують можливість промивання фільтруючого зернистого матеріалу водою або розчинами хімічних речовин.

Озонаторна установка/3/ містить блок обробки повітря, що виробляє озono-повітряну суміш, і барботажну колону, в якій здійснюється контакт води, що очищується, з озono-повітряною сумішшю. Блок обробки повітря включає фільтр, компресор, збільшуючий тиск повітря, охолоджувач повітря, сушільний апарат і генератор електросинтезу озону з атмосферного повітря. Озонаторна установка працює наступним чином. Всмоктуєме компресором атмосферне повітря попередньо проходить через фільтр, де очищується від пилу. Відфільтроване повітря подається компресором через охолоджувач і сушільний апарат в генератор електросинтезу озону, де утворюється озono-повітряна суміш. Озono-повітряна суміш під тиском компресора надходить в колону, де барботується і в результаті контакту води, що очищується, з озоном відбувається окислювання токсичних домішок води та її знезараження. Після барботажної колони вода використовується споживачем. Недоліком озонаторної установки /3/ є недостатня ефективність. Забезпечується лише знезараження і окислення домішків води без вилучення продуктів, що утворюються при окисленні домішок, частина з яких токсична, а також без вилучення твердих частинок.

Мета запропонованого винаходу - підвищення ефективності застосування пристрою очистки води. При цьому мається на увазі

можливість використання пристрою за наявності або відсутності водопроводу, а також для різноманітних процесів очистки води, в тому числі для процесів, що передбачають періодичне промивання фільтруючого зернистого матеріалу водою або регенерацію зернистого матеріалу розчинами хімічних речовин.

Викладена вище мета досягається тим, що вихідний патрубок блоку обробки повітря з'єднаний зі змішувальною камерою через трубку, що знаходиться над рівнем вихідного отвору дифузора, на дифузорі встановлена запорна арматура, в стінках змішувальної камери передбачені отвори, що з'єднують змішувальну камеру з об'ємом фільтру під зернистим фільтруючим матеріалом, патрубок виводу очищеної води з фільтру розміщений вище шару зернистого матеріалу і нижче вихідного отвору дифузора і тим, що блок обробки повітря містить компресор та фільтр з тканиною Петрянова, блок обробки повітря містить компресор, фільтр з пропіленою тканиною та генератор синтезу озону, а також тим, що в якості зернистого матеріалу використані кварцевий пісок, мармурова кришка, природний цеоліт, гідроксилапатит, сілекс, активоване вугілля, іонообмінні матеріали.

Сполучення вихідного патрубка блоку обробки повітря зі змішувальною камерою через трубку, що проходить над рівнем вихідного отвору дифузора, запорна арматура, встановлена на дифузорі, отвори в стінках змішувальної камери, що з'єднують цю камеру з об'ємом фільтру під зернистим матеріалом, розташування патрубка виводу очищеної води вище шару зернистого матеріалу і нижче вихідного отвору дифузора в наведеному поєднанні в відомих пристроях для очистки води не зустрічаються. Тому винахід, що заявляється, відповідає критерію "НОВИЗНА".

Зазначене вище нове поєднання елементів конструкції спільно з запропонованими видами тканин, що фільтрують, а також спільно із запропонованими видами зернистих фільтруючих матеріалів, незалежно від наявності або відсутності водопроводу забезпечує процес очистки води від різноманітних домішок із промиванням і хімічною регенерацією зернистих матеріалів або без цих технологічних операцій. У порівнянні з прототипом ефективність запропонованого пристрою значно збільшується.

Тому винахід, що заявляється, відповідає критерію "ІСТОТНІ ВІДЗНАКИ".

Схеми конструкції запропонованого пристрою і блоку обробки повітря з генератором синтезу озону зображені на фігурах 1 та 2.

Пристрій містить блок обробки повітря 1 з патроном 2, що фільтрує повітря, компресором 3, що підвищує тиск повітря, а також, в необхідних випадках, з генератором 4 електросинтезу або фотосинтезу озону із атмосферного повітря. Фільтруючий патрон оснащений тканиною. При необхідності вилучення з атмосферного повітря тонкодисперсних частинок, в тому числі бактерій, в фільтруючому патроні передбачена тканина Петрянова, що має об'ємну структуру. В інших випадках за наявності в блоці обробки повітря генератора озону 4 в фільтруючому патроні 2 встановлюється щільна фільтротканина, наприклад, з поліпропілену бельтингового прядіння. Вихід стислого повітря, що відфільтрувалося, або озono-повітряної суміші з блоку обробки повітря 1 передбачається через патрубок 5. Запропонований пристрій по аналогії з прототипом містить фільтр 6, оснащений насосом, складовими частинами якого є змішувальна камера 7 з дифузором 8, розміщеним вертикально по осі фільтру, дренажними пристроями 9, 10, наприклад у вигляді перфорованих дисків, якщо корпус фільтру 6 циліндричної форми.

Фільтр 6 також оснащений зернистим фільтруючим матеріалом 11, який відповідає застосованій технології очистки води. В якості зернистих матеріалів можуть використовуватися кварцевий пісок, мармурова кришка, природний цеоліт (клинотилоліт), природний гідроксилапатит, сілекс, активоване вугілля, синтетичні іонообмінні матеріали. Висота дифузора 8 приймається з умови розташування його вихідного отвору в верхній частині дифузора вище шару зернистого матеріалу 11 і верхнього дренажного диску 10. Вихідний патрубок 5 блоку обробки повітря 1 з'єднаний через запорну арматуру 12 і трубку 13, що розташована над рівнем вихідного отвору дифузора 8, зі змішувальною камерою 7. В змішувальній камері 7 передбачені патрубок 14 подачі води на очистку з водопроводу із запорною арматурою 15, а також отвори 16, що з'єднують змішувальну камеру з об'ємом фільтру 6, розташованим під шаром зернистого фільтруючого матеріалу, зокрема із об'ємом фільтру під нижнім дренажним пристосуванням 9. На вихідному отворі дифузора 8 передбачена запорна арматура 17, наприклад, у вигляді пробки з різьбою. Для відводу очищеної води з фільтру 6 передбачений патрубок 18, який розміщений вище шару зернистого матеріалу і при цьому нижче вихідного отвору дифузора 8. На корпусі фільтру 6 передбачена швидкозйомна кришка 19 з патрубком 20 відводу використаного в пристрої повітря. При застосуванні в пристрої озono-повітряної суміші

патрубок 20 укомплектований патроном 21 з речовиною - поглиначем залишку озону з використаної озono-повітряної суміші. Такими речовинами є, зокрема, активоване вугілля і піролюзит (діоксид марганцю). В змішувальній камері 7 передбачені патрубок 22 з арматурою 23 для опорожнення фільтру. На патрубку 18 відведення очищеної води з фільтру 6 встановлена арматура 24.

Робота пристрою здійснюється наступним чином. Цикл роботи складається зі стадії фільтрації води і стадії промивання і регенерації зернистого фільтруючого матеріалу 6.

За відсутності у користувача водопроводу або насосу, який подає воду, що очищується під тиском, для здійснення стадії очистки води від твердих частинок, розчинених домішок заліза, марганцю, важких металів, радіонуклідів, аміаку і нітратів, розчинених домішок органічних речовин, хлору, а також при кондиціонуванні води (насичення води невисначуєними компонентами) знімають кришку фільтру 19 та із вихідного отвору дифузора 8 видаляють арматуру 17, відкриваючи вихідний отвір дифузора 8. Перекривають арматуру 24. Зверху у внутрішній простір фільтру 6, укомплектованого в залежності від виду видаляємих домішок відповідним фільтруючим зернистим матеріалом 11, заливають воду, що очищується, заповнюючи фільтр 6 до рівня нижче вихідного отвору дифузора 8. Після цього включають компресор 3 блоку підготовки повітря 1. При роботі компресора атмосферне повітря всмоктується через фільтруючий патрон 2 з тканиною Петрянова. При цьому ця тканина затримує грубі і тонко дисперсні частинки пилу, а також мікроорганізми. Очищене на фільтруючому патроні повітря під тиском подається компресором через вихідний патрубок 5 і трубку 13 в змішувальну камеру 7, де змішується з водою, яка заповнює фільтр 6 і змішувальну камеру 7. Із змішувальної камери 7 повітря у вигляді бульбашок барботується у внутрішньому просторі дифузора 8. При цьому у дифузорі 8 створюється водо-повітряний потік, щільність якого менша щільності води в іншому об'ємі фільтру 6. Тому вода з об'єму фільтру під шаром зернистого матеріалу 11 через отвори 16 всмоктується в змішувальну камеру 7. Одночасно з вихідного отвору дифузора 8 в об'єм фільтру над шаром зернистого матеріалу 11 переливається вода в кількості рівній кількості, що надійшла в змішувальну камеру 7 через отвори 16. Використане повітря, що виходить з дифузора 8, відокремлюється від води і через патрубок 20 видаляється в атмосферу. В дифузорі 8 за рахунок кисню повітря відбувається окислення розчинених у воді

домішок, зокрем а, домішок заліза і марганцю з утворенням малорозчинних зважених частинок гідроксидів заліза і марганцю.

Вода, що містить ці гідроксиди, а також зважені тверді частинки іншого складу, після переливу з дифузора 8 минає через шар фільтруючого зернистого матеріалу 11 в напрямку зверху - вниз (показане суцільною стрілкою). При цьому на таких матеріалах як кварцевий пісок, мармурова кришка, природний цеоліт та інших за рахунок контактної коагуляції зважені тверді частинки затримуються на поверхні частинок зернистого матеріалу. Очищена в шарі зернистого матеріалу вода через отвори 16 в змішувальній камері 7 і дифузор 8 спільно з новими порціями очищеного повітря знов надходить у верхню частину фільтру 6 над верхнім дренажним пристосуванням 10, де очищена вода змішується з вихідною водою. Завдяки цьому концентрація шкідливих домішок у воді над шаром зернистого матеріалу зменшується у порівнянні із вихідною водою. При безперервній роботі приладу на протязі певного часу, наприклад 3 - 5 хв, відбувається циркуляція очищеної води з нижньої до верхньої частини об'єму фільтру 6 і концентрація домішок води у верхній частині об'єму фільтру 6 зменшується до необхідної величини. Після цього відключають компресор 3. Оскільки трубка 13 проходить через рівень над вихідним отвором дифузора, а цей отвір розміщений вище рівня води в фільтрі 6, вода з фільтру 6 не надходить в компресор 3. Після вимикання компресору 3 очищену воду через патрубок 18 і арматуру 24 зливають для використання споживачем в кількості, відповідно об'єму води від її рівня в фільтрі до рівня розташування патрубка 18. Для очистки чергової порції води описаний вище процес повторюють. Таким чином, стадія очистки води в запропонованому пристрої здійснюється в режимі багаторазової циркуляції залитої у верхню частину фільтру 6 порції вихідної води по схемі: *верхня частина об'єму фільтру 6 - зернистий матеріал 11 - нижня частина об'єму фільтру 6 - отвори 16 - змішувальна камера 7 - дифузор 8 - верхня частина об'єму фільтру 6*.

Робота пристрою в режимі очистки води виконується до повного використання ресурсу зернистого матеріалу по масі речовин, що затримуються, і припинення очистки води зернистим матеріалом. Після цього здійснюють стадію промивання і регенерації зернистого матеріалу. Для цього перекривають арматуру 24. Знімають кришку 19. Арматурою 17 закривають вихідний отвір дифузора 8, включають компресор 3 блоку обробки повітря 1. При цьому відбувається

розпушування шару зернистого фільтруючого матеріалу повітрям і відкрив осад від поверхні частинок зернистого матеріалу. Після цього відкривають арматуру 23, воду з осадом зливають в каналізацію, повністю спорожняючи фільтр 6.

Операцію повторюють 2 - 3 рази, заповнюючи кожний раз фільтр 6 необхідною кількістю води при закритій арматурі 23 до рівня не вище вихідного отвору дифузора 8. Після цього зернистий матеріал промито. Відключають компресор 3, перекривають арматуру 23, арматурою 17 відкривають вихідний отвір дифузора 8. Таким чином пристрій підготовано для роботи в режимі очистки води. При необхідності обробки зернистого матеріалу регенеруючими або дезинфікуючими його розчинами, наприклад, розчинами харчової солі, соляної кислоти, соди, перманганата калію, ці розчини заливають у внутрішній об'єм фільтру 6 через його верх таким самим чином, як заливають воду, що очищується. Закривають кришку 19 фільтру 6, включають компресор 3 і здійснюють циркуляцію регенераційного або дезинфікуючого розчину по схемі, описаній вище: верхня частина об'єму фільтру 6 - зернистий матеріал 11 - нижня частина об'єму фільтру 6 - отвори 16 - змішувальна камера 7 - дифузор 8 - верхня частина об'єму фільтру 6. Після закінчення циркуляції відкривають арматуру 23 і зливають відпрацьований регенераційний або дезинфікуючий розчин в каналізацію. Промивають фільтр 6 водою, для чого його декілька разів заповнюють, не припиняють циркуляцію і вивільнюють через арматуру 23. Потім відключають компресор 3. Після цього пристрій підготований для роботи в режимі очистки води у відповідності з наведеним вище описом.

Для очистки води від кальцієвих і магнієвих солей жорсткості (пом'якшення води), а також для обезсолення води і вилучення ряду інших домішок, наприклад фтору, в якості зернистого матеріалу використовуються природні іонообмінники, наприклад, цеоліт (клиноптилоліт), інші алюмосилікати, гідроксилапатит, а також синтетичні іонообмінники (катіоніти і аніоніти). Стадії очистки води від вказаних домішок, промивання і регенерації зернистого матеріалу здійснюється аналогічно викладеному вище з циркуляцією рідини у внутрішньому об'ємі фільтру.

Робота пристрою з блоком обробки повітря 1 та генератором озону 4, здійснюється наступним чином.

При роботі компресора 3 атмосферне повітря всмоктується через фільтруючий патрон 2 з поліпропіленовою фільтротканиною. Ця

тканина затримує частинки пилу. Очищене повітря під тиском подається в генератор синтезу озону, де утворюється озono-повітряна суміш, яка через вихідний патрубок 5 і трубку 13 проходить до змішувальної камери 7. Тут озono-повітряна суміш змішується з водою, що заповнює фільтр 6 і змішувальну камеру 7.

Зі змішувальної камери 7 озono-повітряна суміш у вигляді бульбашок барботується у внутрішньому просторі дифузора 8. При цьому у дифузорі 8 створюється водо-газовий потік і мають місце явища, описані вище для водо-повітряного потоку. В дифузорі 8 за рахунок озону відбувається знезараження, окислення домішок води і насичення води киснем. Використана озono-повітряна суміш з невеликим залишковим вмістом озону> виходячи з дифузору 8, відокремлюється від води і через патрубок 20 і патрон 21 видаляється у атмосферу. Речовини, що заповняють патрон 21, наприклад, діоксид марганцю (пиролюзит) або активоване вугілля розкладають та вбирають залишковий озон, відвертаючи його попадання до зони роботи користувача. В іншому стадія очистки води не відрізняється від описаної вище. Стадію промивання і регенерації зернистого матеріалу для пристрою оснащеного генератором синтезу озону 4, здійснюють при відключеному генераторі синтезу озону 4 аналогічно описаної для запропонованого пристрою без генератора озону.

За наявності у користувача водопроводу або насосу, що подає воду під тиском, робота пристрою здійснюється наступним чином. При перекритій арматурі 23 і 24 і відкритій кришці 19 заповнюють фільтр 6 водою, після цього закривають кришку 19, арматурою 17 відкривають вихідний отвір дифузора 8, включають блок обробки повітря 1 і через арматуру 12, патрубок 5 і трубку 13 до змішувальної камери 7 подається очищене повітря або озono - повітряна суміш. Внаслідок цього відбувається циркуляція води по вже описаній схемі: верхня частина об'єму фільтру 6 - зернистий матеріал 11 - нижня частина об'єму фільтру 6 - отвори 16 - змішувальна камера 7 - дифузор 8 - верхня частина об'єму фільтру 6.

Таким чином відбувається очистка циркуляційного потоку води у шарі зернистого матеріалу 11. Відкривають арматуру 15 і через патрубок 14 до змішувальної камери 7 подають воду з водопроводу. Водночас повністю відкривають арматуру 24. Подачу води з водопроводу через арматуру 15 забезпечують в кількості, яка значно менша за циркуляційний потік. Із змішувальної камери 7 повітря або озono-повітряна суміш у вигляді бульбашок барботується у

внутрішньому просторі дифузора 8 і відбуваються процеси окислення розчинених у водопровідній воді домішок, її знезараження у варіанті використання озono-повітряної суміші, а також змішування і розведення водопровідної води, яка підлягає очистці, значно більшим по обсягу циркуляційним потоком очищеної води. Внаслідок цього вода, що надходить з вихідного отвору дифузора 8, є очищеною по відношенню до водопровідної води, що надходить через арматуру 15 до змішувальної камери 7. Ступінь очистки водопровідної води визначається співвідношенням об'ємної продуктивності циркуляційного потоку до об'ємних витрат водопровідної води, яка подається через арматуру 15. Наприклад, якщо це співвідношення 10: 1, ступінь очистки води від хімічних домішок може досягти 90% при повному знезараженні у варіанті використання озono-повітряної суміші. Ці показники припустимі для практичних цілей. При більшому співвідношенні циркуляційного потоку ступінь очистки води збільшується. Вода з вихідного отвору дифузора 8 надходить у верхню частину фільтру 6, де потік розділяється на дві частини. Більша частина у вигляді циркуляційного потоку минає вниз через шар зернистого матеріалу 11. Менша частина потоку в кількості рівній кількості подачі води з водопроводу через патрубок 18 і арматуру 24 надходить споживачу в якості очищеної води. Таким чином процес здійснюється у безперервному режимі. Можливі також інші варіанти здійснення безперервного режиму очистки води в запропонованому пристрої.

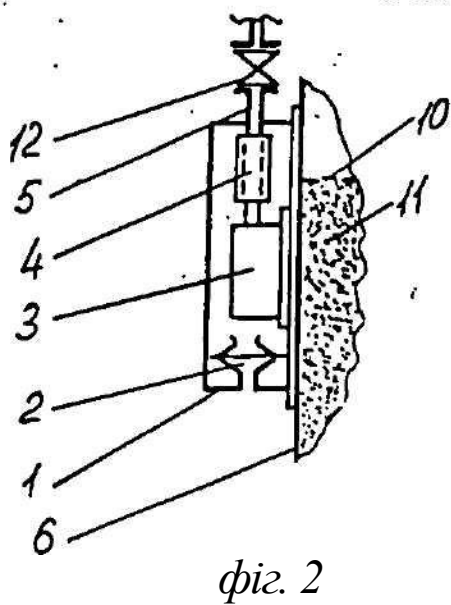
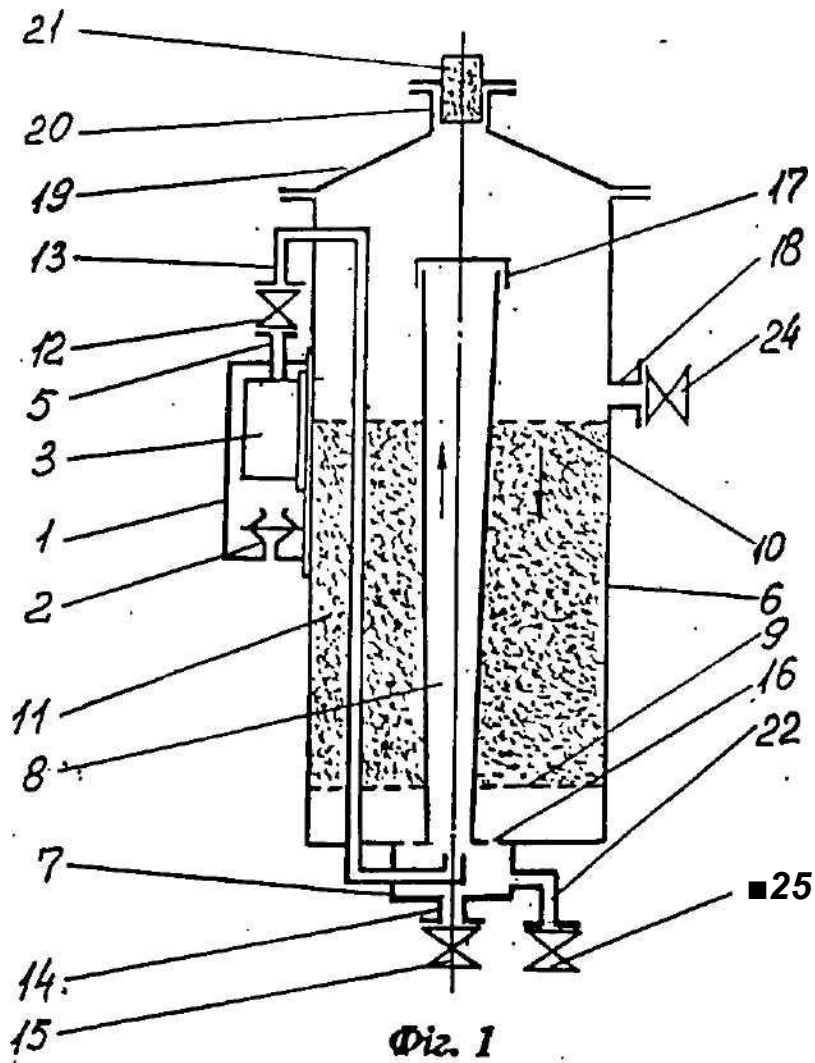
Стадію промивання і регенерації зернистого фільтруючого матеріалу проводять у відповідності з наведеним вище описом. Крім того, для промивання зернистого матеріалу водою її подають через арматуру 15 з перекритим арматурою 17 вихідним отвором дифузора 8. В цьому випадку вода з бульбашками повітря проходить через отвори 16 у нижню частину фільтру 6, проходить через зернистий матеріал 11 у напрямленні знизу - вгору, захоплює частинки забруднення, які затримані зернистим матеріалом 11. Забруднену промивну воду через патрубок 18 і арматуру 24 зливають у каналізацію. Після закінчення промивання арматурою 17 відкривають вихідний отвір дифузора 8, після чого пристрій підготовано до чергової стадії очистки води.

Запропонований пристрій при його розповсюдженні для індивідуального і колективного використання буде сприяти забезпеченню населення України якісною питною водою.

Джерела інформації:

- 1 - Російський патент 2040303, кл B01D 24/08, 1995 г.
- 2 - Авт. Свид. СРСР 1801548, кл. B01D 24/10, 1990 г.
- 3 - Кульский Л. А. Теоретические основы и технология очистки воды.-Киев, Наукова Думка, 1980 г. стр.320.

# Пристрій для очистки води



Хазін ЄА.  
Нестеренко М.І.

Глушко В.Я.  
Козлова І.А.,